**La physiologie du système digestif**

Tristan St-Jean-Gamache

Hiver 2016

Faculté de médecine de l’Université Laval

1. L’ŒSOPHAGE

Les fonctions principales de l’œsophage sont le transport et la protection des voies aériennes. Dans l’œsophage, il y a sécrétion de bicarbonate et les glandes sous-muqueuses assurent la lubrification. En ce qui concerne la motilité, la déglutition et le péristaltisme assurent le transport du bolus.

La déglutition, c’est-à-dire le transfert du bolus alimentaire, est initiée par des muscles striés, volontaires, et complétée par des réflexes. Ces réflexes proviennent des nerfs crâniens glossopharyngés (IX), vagues (X) et hypoglosses[[1]](#footnote-1) (XII).

Le nerf glossopharyngé est surtout sensoriel, permettant la coordination de la déglutition. Il sert également à la gustation du tiers postérieur de la langue. Il est aussi le moteur du muscle stylo-pharyngien, qui effectue l’ascension du pharynx lors de sa contraction.

Le nerf vague, quant à lui, se ramifie beaucoup au niveau du pharynx et a un rôle important dans la déglutition, notamment. Les nerfs récurrents laryngés sont des exemples de ramifications. Le nerf vague est responsable des influx sensoriels du pharynx, du larynx, des organes du tube digestif et de la langue (gustation). Il est aussi le moteur du voile du palais, du pharynx et de la phonation.

Durant la phase volontaire de la déglutition, le bolus est au palais et il y a eu inspiration préalable. En remplissant les poumons, il est possible d’engager le réflexe de toux plus facilement s’il y a une erreur lors de la déglutition. S’il y a aspiration trachéale du bolus, cela signifie que l’individu parlait en même temps[[2]](#footnote-2). Durant la phase pharyngée de la déglutition, 26 muscles sont sollicités. D’abord, le palais mou ferme le nasopharynx. Ensuite, l’épiglotte ferme le larynx. Finalement, les cordes vocales se referment. Durant la déglutition, les phénomènes suivants se produisent :

* Relaxation du sphincter œsophagien supérieur (muscle cricopharyngé) ;
* Propagation irréversible de l’onde péristaltique dans l’œsophage ;
* Relaxation du sphincter œsophagien inférieur.

Le péristaltisme regroupe la relaxation et la contraction séquentielle propulsive involontaire des deux couches musculaires lisses. Il est orchestré par des réflexes du système intrinsèque provenant du plexus intermusculaire. L’œsophage mesure 20 cm et la vitesse de progression du bolus est d’environ 4 cm/s. L’inhibition en aval d’une contraction entraîne la propulsion du bolus. La contraction est engendrée par l’acétylcholine et les neurokinines, alors que la relaxation est engendrée par le peptide vaso-actif intestinal (VIP) et l’oxyde nitrique.

Dans le péristaltisme, les ondes primaires correspondent au péristaltisme engendré par la déglutition volontaire. Les ondes secondaires correspondent au péristaltisme spontané et les ondes tertiaires correspondent à des ondes irrégulières, non propulsives et/ou anormales.

2. L’ESTOMAC

Les fonctions de l’estomac ont été décrites dans le document traitant de l’anatomie du système digestif. En gros, elles consistent en la réception des aliments, la stérilisation, la digestion, la vidange et la régulation de l’appétit.

Il y a plusieurs cellules sécrétrices dans l’estomac, dont les principales sont données ici, accompagnées de la substance qu’elles sécrètent :

* Cellules pariétales (acide chlorhydrique et facteur intrinsèque de la vitamine B12, qui permet son absorption) ;
* Cellules principales (pepsinogène et lipase) ;
* Cellules caliciformes (mucus) ;
* Cellules G (gastrine) ;
* Cellules ECL (histamine) ;
* Cellules D (somatostatine, qui est responsable de la relaxation et de l’arrêt du mouvement de digestion) ;
* Cellules P/D (ghréline, qui est responsable de la faim et des grouillements d’estomac).

La relaxation réceptive (diminution du tonus musculaire), la trituration par la pompe antro‑pylorique et la régulation de la vidange assurent la motilité. La régulation de la vidange gastrique est médiée par le pylore et la consistance du contenu de l’estomac ainsi que par le tonus musculaire. Certains osmo-récepteurs duodénaux à la cholécystokinine et à la sécrétine constituent le frein duodénal. Les aliments solides sont plus longs à traiter et comportent dans leur cheminement gastrique une phase initiale de latence.

La cellule pariétale se retrouve seulement dans l’estomac. Elle a la particularité de produire de l’acide sans s’autodétruire. Cette capacité lui est conférée par la pompe H+/K+ ATPase, qui est médiée par des protéines G. La gastrine, l’acétylcholine et l’histamine – qui a une activité paracrine – stimulent la sécrétion de protons dans la lumière de l’estomac, alors que la somatostatine et la prostaglandine l’inhibent.

La cellule principale, qui sécrète le pepsinogène, précurseur de la pepsine (qui amorce la digestion chimique), et la lipase gastrique[[3]](#footnote-3), contient ses proenzymes dans des vésicules à la région apicale.

La cellule à mucus, qui sécrète le mucus et le bicarbonate, est stimulée par l’acétylcholine et les prostaglandines, et est inhibée par les anti-inflammatoires non stéroïdiens. Il y a des granules sécrétoires à la région apicale. Le mucus et le bicarbonate offrent aux cellules de l’épithélium un mince film de défense isolante contre les agents agresseurs de la lumière gastrique. Le pH est plus élevé dans ce mince film.

La cellule endocrine de type G, assure le maintien d’un pH bas. Le pH peut changer momentanément en raison d’un aliment basique, par exemple, mais ces cellules vont assurer un retour à la normale. Quand des protéines sont ingérées, la sécrétion d’hormones dans le sang est stimulée. Cette dernière peut aussi être stimulée par l’acétylcholine et le neuropeptide responsable de la sécrétion de gastrine (GRP). Quand le pH est inférieur à 2, la sécrétion d’hormones dans le sang s’arrête. Les cellules G ont des granules sécrétoires à la région basale (sur la membrane basale).

La cellule endocrine de type D a des granules sécrétoires contenant les hormones à la région basale. Ces granules contiennent de la somatostatine, qui est libérée dans le liquide extracellulaire interstitiel pour avoir une action paracrine. La cellule D est stimulée quand le pH est inférieur à 2. La somatostatine inhibe également les cellules ECL et G.

La cellule ECL, qui est une cellule endocrine, a également une activité paracrine qui est effectuée par l’entremise du liquide extracellulaire interstitiel. Elle est constituée de granules sécrétoires contenant les hormones à la région basale. La cellule ECL sécrète de l’histamine et est stimulée par la gastrine.

La cellule endocrine de type P/D sécrète de la ghréline dans le sang (action endocrine), qui stimule l’appétit. Les granules sécrétoires contenant les hormones sont à la région basale. Cette cellule est stimulée en situation de jeûne.

Il existe trois voies de régulation de la sécrétion d’acide dans le système digestif :

* Neurocrine (acétylcholine et noradrénaline) ;
* Endocrine (gastrine et ghréline) ;
* Paracrine (histamine et somatostatine).

La phase neurocrine contient les phases céphalique, gastrique et intestinale. Le réflexe de Pavlov[[4]](#footnote-4), quant à lui, est médié par le nerf vague. L’estomac possède aussi le réflexe de régurgiter ce qui est toxique ou non assimilable.

3. L’INTESTIN GRÊLE

L’épithélium de l’intestin grêle est unicellulaire. Il peut y avoir diffusion simple, transport passif par canal ou transporteur et transport actif par transporteur. Les cellules qui constituent l’épithélium ont un pôle apical, près de la lumière, et un pôle basolatéral, sur la membrane basale. L’espace paracellulaire est souvent empreint de jonctions serrées entre les cellules. La surface de contact extérieure est décuplée par une bordure en brosse. Cette bordure a comme rôle d’allonger l’intestin grêle, c’est-à-dire d’augmenter la surface d’absorption par l’organisation en villosités et en plis muqueux.

Le pôle apical des entérocytes contient des enzymes comme les peptidases et les disaccharidases. Il contient également des transporteurs de sucres, d’acides aminés, de di‑tripeptides, de vitamines, de sels biliaires et d’acides gras. Le pôle basolatéral contient des pompes de type Na+/K+ ATPase.

Les organes sécrètent la salive, les sucs gastriques, la bile, le suc pancréatique et le suc entérique. Le flux liquide quotidien dans le duodénum est d’environ 9 à 10 L. Le jéjunum absorbe 5 à 6 L, l’iléon en absorbe 1 à 2 et le côlon en absorbe 0,5 à 1,5. Il y a une pompe à sodium basolatérale qui permet une entrée d’eau paracellulaire et transcellulaire. Cela entraîne un flux d’eau par osmose, suivant le gradient de sodium par deux processus :

* Appel osmolaire de sodium ;
* Échangeurs et co-transporteurs glucose-sodium.

Ces deux processus entraînent une haute osmolalité paracellulaire, ce qui crée un appel osmolaire en eau et en ions.

La digestion des hydrates de carbone commence dans la bouche par l’amylase salivaire, qui vient digérer l’amidon (20 à 40 %). La lumière intestinale, quant à elle, est responsable de 60 à 80 % de la digestion des hydrates de carbone, effectuée par l’amylase pancréatique. La bordure en brosse intestinale absorbe, au niveau de l’intestin grêle proximal, les disaccharides, après les avoir dégradés avec la lactase, la sucrase et l’isomaltase.

En ce qui concerne les protéines, elles sont dégradées en oligopeptides, puis en plus petits peptides (des dipeptides et des tripeptides), puis en acides aminés afin de permettre l’assimilation. L’estomac hydrolyse les protéines avec l’acide chlorhydrique et la pepsine. Dans la lumière intestinale, les éléments suivants s’occupent du catabolisme des protéines :

* Sucs pancréatiques (trypsine et chymotrypsine) ;
* Bordure en brosse (peptidase pancréatique) ;
* Cytoplasme (peptidase cytoplasmique).

L’absorption des protéines ingérées se fait par des récepteurs spécifiques dans la presque totalité des cas.

La digestion des lipides commence dans la bouche avec la lipase linguale (moins de 10 %). Elle se poursuit avec la lipase gastrique (rôle mineur). La majorité de la digestion des lipides se fait dans la lumière intestinale. Les triglycérides sont transformés en acides gras libres en en glycérol par la lipase pancréatique[[5]](#footnote-5). Le cholestérol et les phospholipides sont traités par le cholestérol ester hydrolase et la phospholipase. Il y a également une micellisation par les sels biliaires qui permettent une solubilisation avant le transport vers la bordure en brosse des entérocytes. Ce processus enveloppe les lipides dans des micelles grâce aux sels biliaires, ce qui permet leur absorption.

Après leur transfert dans le cytoplasme, il y a reformation des triglycérides et du cholestérol. Il y a ensuite transport via les lipoprotéines et les chylomicrons dans les lymphatiques. Cette absorption se fait au niveau du grêle moyen et du grêle distal. La réabsorption unique des sels biliaires se fait au niveau de l’iléon terminal.

L’intestin grêle est aussi responsable de l’absorption des vitamines et des minéraux. L’iléon absorbe la vitamine B12 liée au facteur intrinsèque des cellules pariétales. Si ce facteur n’est pas synthétisé, il est inutile de donner de la vitamine B12 *per os*.

La motricité de l’intestin grêle est régulée par les cellules de Cajal qui sont des analogues de *pacemakers*. Le réflexe péristaltique dépend du système nerveux intrinsèque, et plus particulièrement du plexus d’Auerbach.

Le complexe moteur migrant de l’intestin grêle est à l’origine d’une motricité interdigestive qui agit comme un concierge de l’intestin. Cela permet de garder l’intestin grêle propre – le côlon, lui, est plein de bactéries.

4. LE CÔLON

Le côlon ne possède pas d’activité enzymatique. La pompe à sodium permet toutefois une réabsorption hydrique. On retrouve également du mucus, qui assure la lubrification, et le microbiote, qui effectue la digestion de certains aliments non absorbés en amont, notamment des gaz et des acides gras.

Le transport de fèces dure de 1 à 3 jours, et les contractions ne sont pas aussi occlusives et propulsives que dans l’intestin grêle. Finalement, la vitesse de transit détermine la quantité d’eau qui sera réabsorbée par le côlon.

L’arrangement musculaire du côlon est différent, comme les muscles circulaires sont regroupés, ce qui crée les haustrations. Les muscles longitudinaux, quant à eux, créent trois *teniae coli*.

La segmentation créée par les haustrations est responsable de contractions intermittentes qui entraînent des mouvements de masse (deux à trois par jour). Ces contractions sont en lien étroit avec l’activité de la valvule iléo-cæcale.

5. L’ANORECTUM

L’anorectum a une fonction d’évacuation et de continence. La sensibilité rectale est assurée par des récepteurs de tension. Le besoin exonérateur, qui est dépendant du remplissage rectal, est une perception consciente. L’accommodation du contenu rectal est un réflexe qui entraîne une relaxation réceptive.

Il existe deux types de réflexes recto-anaux :

* Le réflexe recto-anal inhibiteur, qui a comme rôle l’évaluation (intrinsèque) ;
* Le réflexe recto-anal excitateur[[6]](#footnote-6), qui a comme rôle la continence (moelle, acquis).

La défécation est un choix volontaire socialement acceptable. Elle consiste en une relaxation des muscles levateurs (particulièrement le muscle puborectal), en une relaxation des sphincters interne et externe et en une contraction du rectum. La manœuvre de Valsalva demeure volontaire.

6. CONCLUSION

Il y a une motilité constante dans le tube digestif. Le transit est régulé par des mécanismes endocrines, paracrines et neurocrines en réponse au contenu luminal (pH, osmolarité, chimie).

Les sécrétions volumineuses exigent une réabsorption, qui est essentielle.

Il y a une dégradation enzymatique qui permet une absorption des nutriments, qu’elle soit passive ou active. L’absorption systémique est portale et lymphatique.

1. Le nerf hypoglosse est le moteur de la langue. [↑](#footnote-ref-1)
2. Si cela survient, ne pas hésiter à tenter une manœuvre de Heimlich vigoureuse. [↑](#footnote-ref-2)
3. La lipase gastrique hydrolyse les triglycérides. [↑](#footnote-ref-3)
4. La sécrétion de la salive, qui est d’environ 1 L par jour en situation physiologique, peut être provoquée par un contact direct avec la nourriture ou par un signal sonore lié à celle-ci. [↑](#footnote-ref-4)
5. Le pancréas est important pour la gestion de l’insuline et du glucagon (fonction exocrine). [↑](#footnote-ref-5)
6. Ce réflexe n’est pas présent au début de la vie. [↑](#footnote-ref-6)